

Glasfügen mit Ultrakurzpuls-Lasern

- der Weg zur industriellen Anwendung

Dirk Nodop, Martin Kahle

Abstract

Das Glasfügen mittels Ultrakurzpuls-Laser (UKP-Laser) wird seit über 10 Jahren im akademischen Rahmen untersucht [1]. Die bis dato getätigten Veröffentlichungen zeigen, dass das Glasfügen mittels UKP-Laser einige Vorteile gegenüber etablierten Füge-Verfahren wie z.B. Kleben, Klemmen und optisches Anspannen hat [2]. So sind Bruchfestigkeiten der Schweißnaht möglich, die in der Nähe der Volumenbruchfestigkeit liegen, zudem liegt die Dicke der Schweißnaht unter 100 µm und ist damit sehr materialschonend. Zusätzlich wurde nicht nur das Schweißen gleicher, sondern auch verschiedener Glasarten demonstriert, was für viele Anwendungen interessant ist [3]. Die in [1] und [2] vorgestellten Verfahren, sowie die meisten anderen Arbeitsgruppen, die an dem Thema forschen, arbeiten durchgängig mit Fokussieroptiken, die eine Brennweite im Bereich von 10 mm haben. Ziel dabei ist ein möglichst kleiner Laserfokus, damit die nichtlineare Absorption (die letztendlich zur Einkopplung des Lasers in die Schweißnaht führt) stets vor dem Erreichen der Selbstfokussierung des Lasers im Glas erreicht wird [4]. Das schränkt automatisch die maximalen Dimensionen der zu schweißenden Glas-Elemente ein. Zudem wird in den o.g. Publikationen der Vorschub beim Schweißen durch Verschieben des Werkstückes bewirkt, was zu sehr niedrigen Prozessgeschwindigkeiten führt. Wir verfolgen hier einen alternativen Ansatz: Wir zeigen, dass ein kontrollierter Schweißprozess auch mit langen Brennweiten von über 60 mm mit großen Foki im Regime der Selbstfokussierung möglich ist. Zudem nutzen wir einen Galvo-Scanner, um mittels Punkt-Schweißung mit hoher Geschwindigkeit einzelne Schweißpunkte im Glas zu erzeugen. Dabei werden zunächst z.B. 7 x 7 Schweißpunkte mit 100 µm Abstand in einer quadratischen Anordnung durch den Scanner geschweißt. Danach fährt das Werkstück entsprechend weiter, und die nächsten 49 Punkte werden geschweißt. So lassen sich wesentlich höhere Prozessgeschwindigkeiten erreichen, und aufgrund des kleinen, notwendigen Scanfeldes sind keine teuren Fokussier-Optiken wie z.B. F-Theta-Objektive nötig. Die erreichbaren Festigkeitswerte werden ebenso diskutiert wie praktische Aspekte zur industriellen Anwendung des von uns entwickelten Verfahrens.

Quellen:

- 1.) "Bonding of glass with femtosecond laser pulses at high repetition rates", Sören Richter et. al, Applied Physics A 103, pages 257–261 (2011)
- 2.) "Lokales Fügen transparenter Werkstoffe mit ultrakurzen Laserpulsen", Felix Dreisow et. al. Vortrag GlassTec (2014)
- 3.) "Direct laser bonding of transparent materials using ultrashort laser pulses at high repetition rates", Sören Richter, Dissertation an der Universität Jena (2014)
- 4.) "Control of femtosecond laser written waveguides in silica glass", N. T. Nguyen et. al. Proc. SPIE 5578, Photonics North (2004)